

61-02-11-1

Олимпиада школьников

«Звезда – Таланты на службе обороны и безопасности» по физике
2014/2015уч.г.

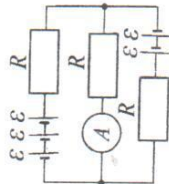
11 класс

Вариант №1.

Задание 1 (20 баллов): На вертикальном ветровом стекле автомобиля, едущего со скоростью u , давлением встречного ветра удерживается газета масса которой m . При каком минимальном коэффициенте трения k газеты о стекло это возможно? Плотность воздуха ρ , площадь газеты S , скорость ветра v ? Трением воздуха о газету пренебречь.

Задание 2 (15 баллов): Идеальная тепловая машина Карно, цикл которой совершается в обратном направлении (холодильная машина), использует воду при 0°C в качестве холодильника и воду при 100°C в качестве нагревателя. Сколько воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар 500 г воды в нагревателе? Удельная теплота парообразования $r = 2,26 \cdot 10^6\text{ Дж/кг}$, удельная теплота плавления $\lambda = 3,35 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$.

Задание 3 (15 баллов): В электрической цепи каждое э.д.с. равно $\mathcal{E} = 1,5\text{ В}$, $R = 10\text{ Ом}$. Что показывает амперметр? Источники питания и амперметр считать идеальными.



Задание 4 (25 баллов): Тонкой сферической оболочке радиусом $R_1 = 5\text{ см}$ и массой $m = 0,015\text{ г}$ сообщают заряд до тех пор, пока при достижении потенциала $\varphi = 10\text{ кВ}$ оболочка не разлетится на мелкие осколки вследствие электростатического отталкивания ее частей. Найти скорость осколков к моменту, когда они окажутся на сферической поверхности радиусом $R_2 = 12\text{ см}$.

Задание 5 (25 баллов): Выпуклая сторона плосковыпуклой линзы с радиусом кривизны $R_1 = 60\text{ см}$ посеребрена, в результате чего получилось своеобразное вогнутое зеркало. Перед этим зеркалом на расстоянии $d = 25\text{ см}$ от него помещен предмет. Найти расстояние от зеркала до изображения и увеличение, если показатель преломления вещества $n = 1,5$.

Σ 83б

Лист для ответов

№1. Дано:

u, m, v

ρ, S

Найти: $k = ?$

Решение:

$F_{mp} + mg + N + F_g = 0$

ay: $F_{mp} - mg = 0$

vx: $-N + F_g = 0, N = F_g$

$k = \frac{F_g}{F_g} = \frac{mg}{F_g}$

$F_g = \rho S v_{отн}^2 \cdot l$

$F_g = \rho S v_{отн}^2 \cdot l$

$k = \frac{mg}{\rho S v_{отн}^2 \cdot l}$

$k = \frac{mg}{\rho S (v+u)^2}$

Ответ: $k = \frac{mg}{\rho S (v+u)^2}$

№2. Дано:

$t_1 = 100^\circ\text{C}, T_1 = 373\text{K}$

$t_2 = 0^\circ\text{C}, T_2 = 273\text{K}$

$m_1 = 500\text{ г} = 0,5\text{ кг}$

$r = 2,26 \cdot 10^6\text{ Дж/кг}$

$\lambda = 3,35 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$

Найти: $m_2 = ?$

Ответ: $2,47\text{ кг}$

Решение:

$Q = \frac{T_1 - T_2}{a_1 - a_2}, Q = \Gamma M_1$

$Q_1 - Q_2 = Q_2, Q_1 = 2Q_2 + Re, Q_1 = Q_2(1+2)$

$Q_2 = \frac{Q_1}{1+2}, dM_2 = \frac{Q_1 m_1}{d(1+2)}$

$M_2 = \frac{2,47 \cdot 10^5 \cdot 0,5}{12,5} = 9,92\text{ кг}$

Ответ: $2,47\text{ кг}$

№3. Дано:

$\mathcal{E} = 1,5\text{ В}$

$R = 10\text{ Ом}$

Найти: $I_A = ?$

Решение:

1. $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

2. $I_1 R + I_3 R = 5\mathcal{E}$

3. $I_2 R + I_3 R = 2\mathcal{E}$

ay) $I_1 = I_3 - I_2$

$(I_3 - I_2) R + I_3 R = 5\mathcal{E}$

$2I_3 R - I_2 R = 5\mathcal{E}$

$I_3 R = \frac{5\mathcal{E}}{2}, I_3 = \frac{5\mathcal{E}}{2R}$

$I_2 = \frac{5 \cdot 1,5\text{ В}}{2 \cdot 10\text{ Ом}} = 0,375\text{ А}$

18б



$F_{mp} + mg + N + F_g = 0$

ay: $F_{mp} - mg = 0$

vx: $-N + F_g = 0, N = F_g$

$k = \frac{F_g}{F_g} = \frac{mg}{F_g}$

$F_g = \rho S v_{отн}^2 \cdot l$

$F_g = \rho S v_{отн}^2 \cdot l$

$k = \frac{mg}{\rho S (v+u)^2}$

Ответ: $k = \frac{mg}{\rho S (v+u)^2}$

№2. Дано:

$t_1 = 100^\circ\text{C}, T_1 = 373\text{K}$

$t_2 = 0^\circ\text{C}, T_2 = 273\text{K}$

$m_1 = 500\text{ г} = 0,5\text{ кг}$

$r = 2,26 \cdot 10^6\text{ Дж/кг}$

$\lambda = 3,35 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$

Найти: $m_2 = ?$

Решение:

$Q = \frac{T_1 - T_2}{a_1 - a_2}, Q = \Gamma M_1$

$Q_1 - Q_2 = Q_2, Q_1 = 2Q_2 + Re, Q_1 = Q_2(1+2)$

$Q_2 = \frac{Q_1}{1+2}, dM_2 = \frac{Q_1 m_1}{d(1+2)}$

$M_2 = \frac{2,47 \cdot 10^5 \cdot 0,5}{12,5} = 9,92\text{ кг}$

Ответ: $2,47\text{ кг}$

№3. Дано:

$\mathcal{E} = 1,5\text{ В}$

$R = 10\text{ Ом}$

Найти: $I_A = ?$

Решение:

1. $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

2. $I_1 R + I_3 R = 5\mathcal{E}$

3. $I_2 R + I_3 R = 2\mathcal{E}$

ay) $I_1 = I_3 - I_2$

$(I_3 - I_2) R + I_3 R = 5\mathcal{E}$

$2I_3 R - I_2 R = 5\mathcal{E}$

$I_3 R = \frac{5\mathcal{E}}{2}, I_3 = \frac{5\mathcal{E}}{2R}$

$I_2 = \frac{5 \cdot 1,5\text{ В}}{2 \cdot 10\text{ Ом}} = 0,375\text{ А}$

6) $I_A R = 2E - I_3 R$
 $I_A = \frac{2E - I_3 R}{R}$, $I_A = \frac{2 \cdot 1,5B - 0,35d \cdot 10 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом}} = \frac{3 - 3,5}{10} \Rightarrow 0,05 \text{ A}$

7) $I_1 R = 5E - I_3 R$
 $I_1 = \frac{5E - I_3 R}{R}$, $I_1 = \frac{5 \cdot 1,5B - 0,35d \cdot 10 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом}} = \frac{7,5}{10} d = 0,75d$

$0,4 + (-0,05) - 0,35 = 0$
 $0 = 0$, $I_A = -0,05 \text{ A}$ (36)

Dimens: $-0,05 \text{ A}$

№. Дано: $U_1 = 5 \text{ В}$, $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 12 \text{ Ом}$, $m = 0,015 \text{ г}$, $\varphi_1 = 10 \text{ мВ}$

Решение: $W_1 = \frac{q \cdot \varphi_1}{2}$, $W = W_2 + W_k$, $\Sigma q = \text{const}$
 $q = C \cdot \varphi = 4 \pi \epsilon_0 R_1 \cdot \varphi$ (58) $\left[\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \right]$
 $q_2 = \frac{4 \pi \epsilon_0 R_2 \cdot \varphi_2}{4 \pi \epsilon_0 R_2} = \varphi_1 \frac{R_1}{R_2}$ (58)

Найти: $V = ?$
 $\frac{q \cdot \varphi_1}{2} = \frac{q \cdot \varphi_2}{2} + \frac{mV^2}{2}$, $q \cdot \varphi_1 = q \cdot \varphi_2 + mV^2$

$q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = mV^2$, $q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = mV^2$, $V = \sqrt{\frac{q(\varphi_1 - \varphi_2)}{m}}$

$q \cdot (14 - 4) = 4 \pi \epsilon_0 R_1 \cdot \varphi_1 \cdot (\varphi_1 - \frac{\varphi_1 R_1}{R_2}) = 4 \pi \epsilon_0 R_1 \cdot \varphi_1^2 \cdot (\frac{R_2 - R_1}{R_2})$

$V = \varphi_1 \cdot \sqrt{\frac{4 \pi \epsilon_0 R_1 (R_2 - R_1)}{m R_2}} = 10^4 \text{ В} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 15 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot (12 - 5)}{15 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 18 \cdot 10^{-2} \text{ м}}}$

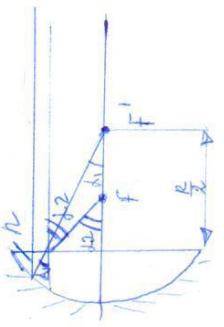
$= 10^4 \sqrt{\frac{8890 \cdot 10^{-8}}{150}} = 10^4 \cdot 10^{-4} \sqrt{2,2} = 4,7 \text{ мкс}$ (58)

Dimens: $4,7 \text{ мкс}$

№. Дано: $U_1 = 60 \text{ В}$, $d = 25 \text{ мкм}$, $d = 1,5$

Решение: $R_1 = 60 \text{ Ом}$, $d = 25 \text{ мкм}$, $d = 1,5$

Найти: $f = ?$, $k = ?$



Решить задачу геометрически
 $\text{tg } \alpha_1 = \frac{2h}{R}$, $\text{tg } \alpha_2 = \frac{h}{F}$, $F' = \frac{R}{2}$ (48)
 $\frac{\text{tg } \alpha_2}{\text{tg } \alpha_1} = \frac{h/F}{2h/R} = \frac{R}{2F}$

$\frac{\text{tg } \alpha_2}{\text{tg } \alpha_1} \approx \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = n$, $\frac{R}{2F} = n = 1,5$, $F = \frac{R}{2n} = \frac{0,6 \text{ м}}{3} = 0,2 \text{ м}$ (48)

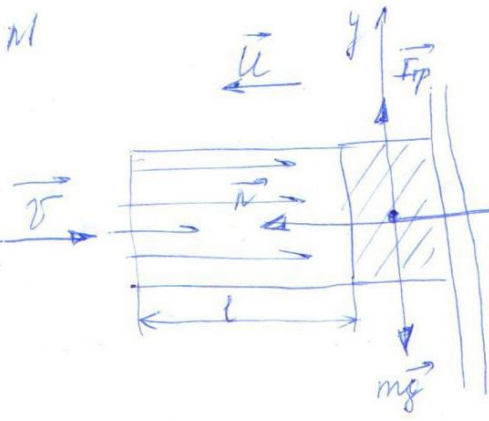
$d = 0,25 \text{ м}$, $F = 0,2 \text{ м}$, $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F}$, $f = 1 \text{ м}$ (38)

$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d}$, $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{d}$

$\frac{1}{f} = \frac{10}{2} \text{ м} - \frac{100}{25} \text{ м} = 5 \text{ м} - 4 \text{ м} = 1 \text{ м}$, $f = 1 \text{ м}$ (38)

$k = \frac{f}{d} = \frac{1 \text{ м}}{0,25 \text{ м}} = 4$

Dimens: $f = 1 \text{ м}$, $k = 4$



скорость $a = u$
 скорость $v = v$
 пл. сеч - S
 масса сеч - m
 масса суж - m_b
 коэф. тр - k

Шифр
 61-02-11-1



$F_{mp} + m\vec{g} + F_g + \vec{N} = 0$
 ay: $F_{mp} - mg = 0$
 ax: $N - F_g = 0$

$F_{mp} = mg$
 $N = F_g$
 $F_{mp} = kN = kF_g$
 $k = \frac{F_{mp}}{F_g} = \frac{mg}{F_g}$

$Q = \frac{V_{отн}}{t}$

$F_g = m_b \cdot a$, $m_b = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot l = \rho \cdot S \cdot V_{отн} \cdot t$
 $F_g = \rho \cdot S \cdot V_{отн} \cdot t \cdot \frac{V_{отн}}{t} = \rho S V_{отн}^2$, $V_{отн} = (v + u)$
 $F_g = \rho S (v + u)^2$, $k = \frac{mg}{\rho S (v + u)^2}$

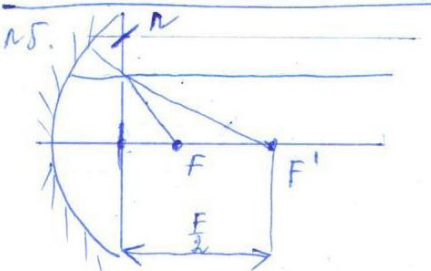
$Q_1 = \gamma m_1$, $Q_2 = \lambda m_2$

нд. $t_1 = 100^\circ C$, $t_2 = 0^\circ C$

$T_1 = 373K$
 $T_2 = 273K$
 $m_1 = 500z$
 $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$
 $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$

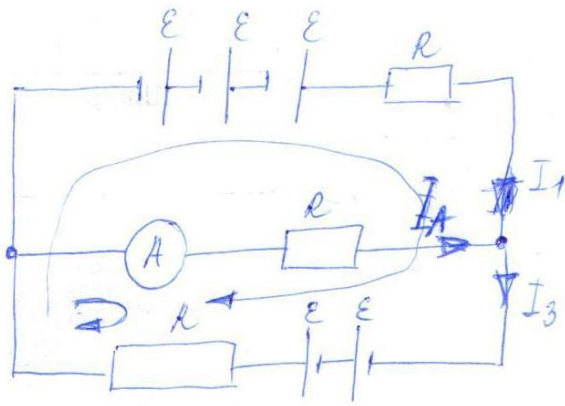
$\eta = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{273K}{100K} = 2,73$
 $\eta = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$
 $\eta(Q_1 - Q_2) = Q_2$
 $\eta Q_1 - \eta Q_2 = Q_2$
 $\eta Q_1 = Q_2 + \eta Q_2$
 $\eta Q_1 = Q_2(1 + \eta)$

измери m_2
 $Q_2 = \frac{\eta Q_1}{1 + \eta} = \frac{\eta \gamma m_1}{1 + \eta}$
 $\lambda m_2 = \frac{\eta \gamma m_1}{1 + \eta} \Rightarrow m_2 = \frac{\eta \gamma m_1}{(1 + \eta) \cdot \lambda}$
 $\frac{\eta Q_1}{1 + \eta} = Q_2$, $\frac{\eta \gamma m_1}{(1 + \eta)} = \lambda m_2$, $m_2 = \frac{\eta \gamma m_1}{(1 + \eta) \cdot \lambda}$



$tg \alpha_1 = \frac{h}{R}$, $tg \alpha_2 = \frac{h}{F}$
 $\frac{tg \alpha_2}{tg \alpha_1} = \frac{h/F}{h/R} = \frac{R}{F}$
 $\frac{R}{F} = 1,5$
 $3F = R$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{10}{2} - \frac{100}{425} = 5 - 0,235 = 4,765$, $k = \frac{100}{d} = 25 \%$

№3.



$E = 1.5 \text{ B}, R = 10 \text{ Ом}$

$$\begin{aligned} 1. & I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ 2. & I_1 R + I_3 R = 5E \\ 3. & I_2 R + I_3 R = 2E \end{aligned}$$

$$\begin{cases} I_1 = I_3 - I_2 \\ (I_3 - I_2)R + I_3 R = 5E \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,5 \\ \hline 10,5 \\ \hline -0,5 \quad 130 \\ \hline -188 \\ \hline 150 \\ \hline -750 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{aligned} I_3 R - I_2 R + I_3 R &= 5E \\ 2I_3 R - I_2 R &= 5E \\ 2I_3 R - I_2 R &= 5E \\ I_2 R + I_3 R &= 2E \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} + \\ \hline 3I_3 R = 7E \\ I_3 = \frac{7E}{3R} = \frac{7 \cdot 1,5 \text{ B}}{30 \text{ Ом}} = 0,35 \text{ A} \end{array}$$

$$I_2 R = 2E - I_3 R$$

$$I_2 = \frac{2E - I_3 R}{R} = \frac{2 \cdot 1,5 \text{ B} - 0,35 \text{ A} \cdot 10 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом}} = \frac{3 - 3,5}{10} = 0,05 \text{ A}$$

$$I_1 R = 5E - I_3 R$$

$$I_1 = \frac{5E - I_3 R}{R} = \frac{5 \cdot 1,5 \text{ B} - 0,35 \text{ A} \cdot 10 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом}} = \frac{7,5 - 3,5}{10} = 0,4 \text{ A}$$

Проверка

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0,4 \text{ A} - 0,05 \text{ A} - 0,35 \text{ A} = 0$$

№4
 $R_1 = 5 \text{ Ом}$
 $R_2 = 12 \text{ Ом}$
 $m = 0,015 \text{ кг}$
 $q_1 = 10 \text{ КВ} = 10^4 \text{ В}$

Результат:
 $W = \frac{q \varphi_1}{2}$

$W_1 = W_2 + W_e, \quad \varepsilon q = \text{const}$

$q = e \cdot \varphi_1 = 4 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot \varphi_1$
 $\varphi_2 = \frac{4 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot \varphi_1}{4 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot R_2} = \frac{R_1 \varphi_1}{R_2}$

$$E_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ В} \cdot \text{м}^{-1}$$

$$\begin{array}{r} 3890 \quad 1180 \\ \hline 360 \quad 27,6 \cdot 22 \\ \hline 380 \\ \hline 780 \\ \hline 1100 \\ \hline \sqrt{22} \end{array}$$

Найти: $V = ?$

$$\frac{q \varphi_1}{2} = \frac{q \varphi_2}{2} + \frac{mV^2}{2}$$

$$q(\varphi_1 - \varphi_2) = 4 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot \varphi_1 \left(\varphi_1 - \frac{\varphi_1 R_1}{R_2} \right) = 4 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot \varphi_1^2 \left(\frac{R_2 - R_1}{R_2} \right)$$

$$V = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot \varphi_1^2 \cdot (R_2 - R_1)}{m R_2}} = \varphi_1 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot (R_2 - R_1)}{m R_2}} = 10^4 \text{ В} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot (12 - 5) \cdot 10^{-2}}{0,015 \cdot 12 \cdot 10^{-2}}}$$

$$= 10^4 \sqrt{\frac{3890}{180} \cdot 10^{-8}} = 10^4 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{22} = 4,7 \text{ м/с}$$

$$\frac{4 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot \varphi_1 \cdot (\varphi_1 - \varphi_1 \frac{R_1}{R_2})}{4 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot \varphi_1 \cdot (\frac{\varphi_1 R_2 - \varphi_1 R_1}{R_2})}$$